Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.	29	257–275	München, 29. 12. 1989

Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Helvetikums im Raum von Neubeuern am Inn

Von Herbert Hagn & Robert Darga*)

Mit 3 Abbildungen und 1 Tafel

Kurzfassung

In priabonen, olisthostromatisch ausgebildeten Stockletten des Kirchbergs bei Neubeuern am Inn wurden Komponenten (Olistholithe) aus dem südhelvetischen Mitteleozän („Nebengestein“, Mühlsandsteine) gefunden. Dies war der Anlaß, die im Raum Altenbeuern – Hinterhör – Pinswang – Althaus und Saxenkam aufgeschlossenen Schichtglieder des südhelvetischen Mitteleozäns erneut zu beproben. Besonderes Augenmerk wurde den stratigraphischen Beziehungen des „Nebengesteins“ zu den Mühlsandsteinen und ihren Äquivalenten sowie den Übergangsschichten zu den Stockletten geschenkt. Die südhelvetische Schichtfolge des Mitteleozäns kann von unten nach oben in Schwarzerz-Schichten, „Nebengestein“, Mühlsandsteine und Äquivalente, glaukonitisch-sandige Übergangsschichten und Stockletten (tieferer Teil) gegliedert werden. Darüber hinaus werden Argumente für die Existenz einer Intrahelvetischen Schwelle vorgelegt. Die Ansicht von Buchholz (1986), die Riffgesteine des Kirchbergs seien auf den Nordrand des helvetischen Trogs zu beziehen, kann damit zurückgewiesen werden.

Abstract

Components (olistholiths) of the Southern-Helvetic Middle-Eocene („Nebengestein“, Mühlsandstein) are included in Priabonian olisthostromatic marls (Stockletten) of the Kirchberg near Neubeuern. This novelty was the reason to resample the outcrops of the Southern-Helvetic Middle-Eocene in the area of Altenbeuern – Hinterhör – Pinswang – Althaus – Saxenkam. In particular the stratigraphic relations of the „Nebengestein“ to the Mühlsandstein and his equivalents are treated as well as the Übergangsschichten to the Stockletten. The vertical ordering of the Southern-Helvetic stratigraphic sequence of the Middle-Eocene is starting at the bottom with Schwarzerz-Schichten. The following beds are „Nebengestein“, Mühlsandstein and equivalents, glauconitic-sandy Übergangsschichten and Stockletten (lower part). Additional arguments concerning the existence of the Intrahelvetic Rise are presented. The opinion of Buchholz (1986) can consequently be disapproved that the hermatoliths of the Kirchberg are related to the northern border of the helvetic trough.

*) Prof. Dr. Herbert Hagn und Dipl.-Geol. Robert Darga, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

Inhalt

1. Vorbemerkungen und Problemstellung

Es mag überraschen, daß kurz nach Erscheinen des Büchleins über die Fossilien von Neubeuern am Inn (Hagn & Schmid 1988) ein weiterer Beitrag zur Stratigraphie und Paläogeographie dieses Gebietes vorgelegt wird. Seit 1952 war das Helvetikum des Unterinntales immer wieder Gegenstand geologisch-paläontologischer Untersuchungen (Hagn 1952, 1954 a, 1960, 1967, 1973; Hagn et al. 1981; Buchholz 1986). Daneben gaben die reichen Mikrofaunen der Oberkreide und des Alttertiärs wiederholt Anlaß zu ihrer Bearbeitung (u. a. Hagn 1953 a–c, 1954 b–c). Neue Aufschlüsse, vor allem im Rohrdorfer Zementbruch, aber auch neue Gesichtspunkte, die aus der modernen Vergleichsliteratur gewonnen wurden, erbrachten zunehmend Erkenntnisse, die das Bild immer mehr verfeinerten. Dennoch sind bis heute noch nicht alle Beobachtungsmöglichkeiten ausgeschöpft und es ist noch so mancher Schatz zu heben, wie im folgenden gezeigt werden wird.

In jüngster Zeit erwies sich der längst aufgelassene Garaus-Bruch am Kirchberg (Hagn 1954 a: 60–61; Hagn 1973: 197; Hagn et al. 1981: 76–78; Hagn & Schmid 1988: 22) als Prüfstein kontroverser Deutungen. In ihm sind Stockletten mit Rotalgenknollen (Rhodolithen) sowie Corallinaceen- und Korallenkalken (Hagn 1955: Taf. 66, Bild 2) aufgeschlossen. Aus letzteren wurden im vorigen Jahrhundert die 66 Säulen für die Basilika St. Bonifaz in München gefertigt. Es ist das Verdienst des Braunschweiger Geologen Peter Buchholz (1986: 50–51), in den obereozänen Stockletten slump-Erscheinungen festgestellt und sie als Olisthostrom gedeutet zu haben. Diese Beobachtung entspricht sehr gut dem Fund der Ostracoden-Gattung *Agrenocythere,* die auf größere Wassertiefen hinweist (Hagn & Schmid 1988: 80). Die zahlreichen, teilweise recht voluminösen Olistholithe, zu denen auch die im Steinbruch abgebauten Kalke gerechnet werden, stammen nach Buchholz (1986: 53 usf.) vom Nordrand des helvetischen Trogs. Er war von einem Riffgürtel gesäumt, der den lagunären Ablagerungsraum der Praemolasse nach Süden abschloß. Damit wird die Annahme einer Intrahelvetischen Schwelle (Hagn 1952: 71 und spätere Arbeiten) zwischen Nord- und Südhelvetikum, zumindest für die Zeit des Obereozäns, nicht mehr nötig. Diese Ansicht besticht zunächst durchaus, da sie die bisherigen paläogeographischen Vorstellungen sehr zu vereinfachen scheint. Sie wurde daher von Hagn & Schmid (1988: 38), wenn auch mit gewissen Vorbehalten, übernommen.

Im Rahmen seiner Dissertation über obereozäne Riffe der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes beprobte R. Darga die olisthostromaten Stockletten des Kirchbergs erneut. Dabei fand er ein Geröll eines hellen Mühlsandsteins, der als bezeichnendes Schichtglied des südhelvetischen Mitteleozäns gilt. Da dieser Fund mit der von Buchholz (1986) entwickelten Vorstellung

nicht zu vereinbaren ist, wurde am 30. 11. 1988 eine Grabung im Olisthostrom des Kirchbergs durchgeführt, um weiteres Material aufzusammeln.

Neben zahlreichen Olistholithen obereozänen Alters (Corallinaceenkalke verschiedenster Ausbildung, Rhodolithe, Riffkalke mit Korallen, Hinterriffkalke) konnten Hachauer Schichten der obersten Kreide, „Nebengestein" vom Typus Altenbeuern – Hinterhör sowie Mühlsandsteine auf sekundärer Lagerstätte nachgewiesen werden. Besondere Aufmerksamkeit erregte ein großer Block eines grünlichgrauen, glaukonitischen Mergels, der an das Nebengestein des Kressenbergs erinnerte. Alle die genannten Schichtglieder sind nur aus südhelvetischen Profilen bekannt. Nordhelvetische Ablagerungen (Pinswanger und Adelholzener Schichten) konnten trotz eifrigen Suchens nicht gefunden werden. Sehr bezeichnend ist vor allem das Fehlen von Mittleren Adelholzener Schichten mit ihren so auffallenden, weil großwüchsigen Gehäusen von *Nummulites millecaput* Boubée und *Assilina exponens* (Sow.).

Dieser Befund zwang uns, die nordhelvetische Position des Olisthostroms des Kirchbergs in Frage zu stellen und die paläogeographische Situation nochmals zu überdenken. Zugleich schien es geboten, die im Olisthostrom angetroffenen Schichtglieder in den Aufschlüssen im Raum Altenbeuern, Hinterhör, Pinswang, Althaus und Saxenkam erneut zu beproben, um alle Unklarheiten zu beseitigen. Dabei sollten vor allem die Beziehungen des „Nebengesteins" zu den Mühlsandsteinen noch ausführlicher als bisher geschehen untersucht werden. Zu diesem Zweck wurden die genannten Aufschlüsse am 28. 12. 1988, 7. 3. 1989, 21. 3. 1989 und 30. 3. 1989 besucht und ihnen zahlreiche Schlämm- und Schleifproben entnommen. Eine größere Zahl von Schlämmproben konnte nur mit Hilfe eines Handbohrstocks gewonnen werden. Für die Mithilfe bei den Geländearbeiten möchten wir den Herren Dipl.-Geol. K. Burkhardt, L. Dohmann, E. Hauser, K.-H. Kirsch, W. Kuhn und W. Polz sowie den Herren P. Veit und J. Wührl sehr herzlich danken.

Auf die geologischen Verhältnisse des Garaus-Bruchs am Kirchberg sei an dieser Stelle nicht ausführlicher eingegangen, da sie in der Dissertation von R. Darga erschöpfend dargestellt werden.

2. Zur Stratigraphie des südhelvetischen Mitteleozäns

Während das nordhelvetische Mitteleozän in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder Gegenstand wissenschaftlicher Erörterung war (vor allem Hagn 1960, 1973), wurden die südhelvetischen Ablagerungen dieses Zeitbereichs eher stiefmütterlich behandelt. Es ist daher ein Anliegen der vorliegenden Arbeit, diese Lücke zu schließen und eine verbesserte Gliederung dieser Schichtfolge vorzulegen.

2.1 Schwarzerz-Schichten

Schwarzerz-Schichten sind anstehend von Langweid, Altenbeuern und Hinterhör bekannt. Ihr Liegendes ist nur im Steinbruch von Langweid (Eckbichl) aufgeschlossen. Es handelt sich um graue bis bräunliche, mittelkörnige Sandsteine mit wechselndem Limonitgehalt, die mit den Zwischen-Schichten des Kressenbergs korreliert werden können (Hagn 1973: 190). Ein erratischer Block von Schwarzerz-Schichten wurde ferner westlich Althaus gefunden (Schliff G 4485 a/89, Schlämmprobe 6143). Kleine Bröckchen von Schwarzerz-Schichten konnten außerdem aus einer nur wenige cm mächtigen, dunklen, turbiditischen Einlagerung in Stockletten ausgeschlämmt werden, die vor Jahren im SW-Teil des Rohrdorfer Zementbruchs aufgeschlos-

sen waren (Schliff G 4102 a/86, Schlämmprobe 4000). Darüber hinaus wurden Limonitkörner und vererzte Nummuliten der Schwarzerz-Schichten auf sekundärer Lagerstätte in pleistozänen Ablagerungen SSW Saxenkam angetroffen (Schlämmproben aus Handbohrungen 6144–6145).

Die Schwarzerz-Schichten sind als bräunlichrote bis hellrote, limonitführende Sandkalke bzw. kalkig gebundene Sandsteine ausgebildet (Hagn 1954 a: 35–36; 1973: 191–192; Hagn & Schmid 1988: 28). Ihre Verwitterungsfarbe ist rostbraun. Ihr Erzgehalt unterliegt gewissen Schwankungen. Am erzreichsten erwiesen sich die Vorkommen von Langweid, von Altenbeuern (Südschuppe) sowie des NS-streichenden Profils SE Altenbeuern.

In den zahlreichen Dünnschliffen (Langweid: G 4391–4394 a/89; Altenbeuern, Hauptprofil: G 4770–4772 a/89; Altenbeuern, Südschuppe: G 4459–4460 a/89; SE Altenbeuern: G 4401–4410 a/89; Hinterhör: G 4427–4431 a/89) erweist sich die Grundmasse als überwiegend mikritisch. Sie ist meist nur schwach limonitisch imprägniert. In ihr schwimmen einzelne größere Quarz- und Feldspatkörner. Erzpartikel und vererzte Biogene (meist Großforaminiferen und Echinodermenschutt) erscheinen lokal angereichert. Unter den Großforaminiferen *(Nummulites, Assilina, Operculina)* herrschen Discocyclinen und ihre Verwandte eindeutig vor. Kleinforaminiferen (sand- und kalkschaliges Benthos) sind häufig anzutreffen. Das Plankton *(Globigerina, Acarinina)* tritt hingegen stärker in den Hintergrund. An Metazoen werden vor allem *Serpula* und *Pycnodonte* neben zahlreichen Echinodermenresten beobachtet. Rotalgen spielen in den Schwarzerz-Schichten keine Rolle.

Die Schwarzerz-Schichten werden heute ganz allgemein in das basale Mitteleozän eingestuft. Sie stellen einen ausgezeichneten Leithorizont dar. Sie werden vom „Nebengestein" überlagert. Die Annahme, die Schwarzerz-Schichten seien ein südliches Äquivalent der erzfreien Mühlsandsteine und hellen Sandkalke (Hagn 1973: 193; Hagn & Schmid 1988: 28) kann heute nicht mehr aufrecht erhalten werden.

2.2 „Nebengestein"

Das „Nebengestein", nach den Verhältnissen am Kressenberg auch „Flöz-Nebengestein" genannt, ist in den Steinbrüchen von Langweid (Eckbichl), Altenbeuern (Bürgl) und Hinterhör vorzüglich aufgeschlossen. An den beiden zuletztgenannten Lokalitäten erreicht dieses Schichtglied eine Mächtigkeit bis zu 4 m. Gerölle von „Nebengestein" in Mühlsandsteinen wurden in einem kleinen, verlassenen Steinbruch nordwestlich von Hinterhör entdeckt (Schliff G 4486 a/89). Ein abgerundeter Brocken von „Nebengestein" (11,5× 6 cm) konnte außerdem als Olistholith aus obereozänen olisthostromaten Stockletten des Kirchbergs geborgen werden (Schliff G 4766 a/89). Auf umgelagertes „Nebengestein" weisen ferner Mikrofossilien *(Asterigerina, Schizocythere)* hin, die in pleistozänen Sedimenten SSW Saxenkam gefunden wurden (Schlämmprobe 6144 aus Handbohrung).

Zum „Nebengestein" sind graue bis bräunlichgraue, mehr oder weniger glaukonitische, mergelige Sandsteine, Sandmergel, sandige Mergelkalke sowie sandige, fossilreiche Kalke zu rechnen. Bezeichnend sind einzelne größere Quarzkörner, die der feinkörnigen Grundmasse eingestreut sind. Gelegentlich treten im „Nebengestein" intraformationelle, teilweise sandreichere Gerölle auf (Beispiel Hinterhör: Schliff G 4447 a/89). Im tiefsten Profilabschnitt wurden im Hauptprofil von Altenbeuern sowie in Hinterhör schwach verfestigte glaukonitische Sandmergel beobachtet (Abb. 1). Ihre Mächtigkeit ist gering, ihre räumliche Ausdehnung begrenzt.

Das „Nebengestein" ist außerordentlich fossilreich und daher bei Sammlern sehr geschätzt. Es sei an dieser Stelle auf die Darstellung bei Hagn & Schmid (1988: 29–31, dazu zahlreiche Tafeln) verwiesen.

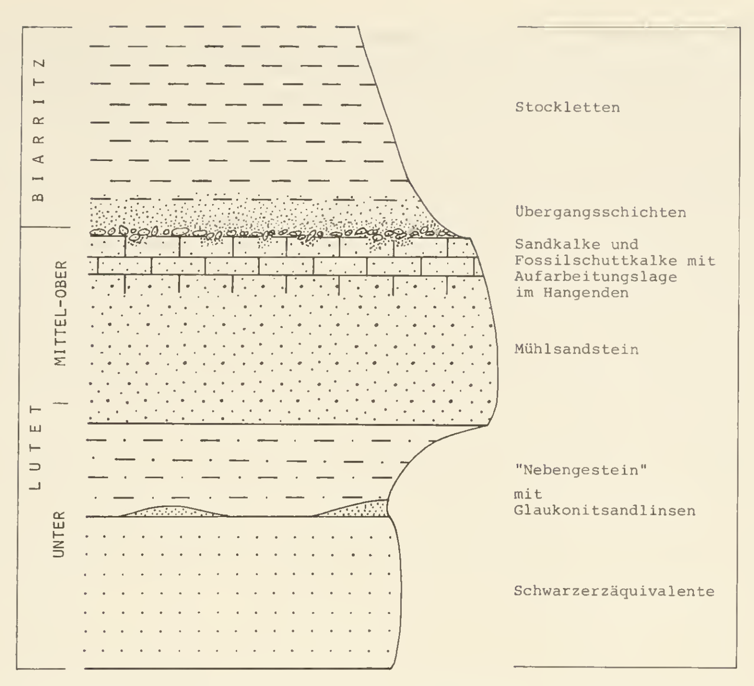


Abb. 1: Stratigraphisches Gliederungsschema des südhelvetischen Mitteleozäns im Raum Neubeuern–Hinterhör (Einheit II)

Die mikroskopische Untersuchung der glaukonitischen Sandmergel von Hinterhör (Schlämmproben 6116–6117; Schliffe G 4432–4438a/89) lieferte den Nachweis umfangreicher Umlagerungen aus den Schwarzerz-Schichten. Es wurden zahlreiche erzimprägnierte Quarz- und Feldspatkörner, Erzpartikel sowie limonitisierte Biogene, vor allem Nummuliten, Assilinen, Discocyclinen und Echinodermenreste, angetroffen. Die autochthone Fauna verteilt sich auf unvererzte, wenn auch schlecht erhaltene Klein- und Großforaminiferen sowie auf Reste von Muscheln (u. a. *Pycnodonte),* Krabben und Echinodermen (u. a. *Bourgueticrinus).* Fischreste sind häufig. Dazu gesellt sich der Fund eines Extremitätenknochens einer marinen Schildkröte (leg. Dipl.-Geol. W. Kuhn, det. Dr. H. H. Schleich). Nicht näher bestimmbar ist derzeit ein ovales, aus Kalziumphosphat bestehendes Gebilde, das möglicherweise den Crustaceen zuzuordnen ist.

Das eigentliche „Nebengestein" wurde vor allem im Steinbruch von Hinterhör beprobt (Schlämmprobe 6118; Schliffe G 4439–4447a/89). Es ist ungemein reich an Kleinforaminiferen. Das sand- und kalkschalige Benthos setzt sich aus Textulariiden, Milioliden, Lageniden, Buliminiden und rotaliiden Gattungen, darunter zahlreichen Asterigerinen, zusammen. Das Plankton *(Globigerina, Acarinina, Morozovella)* tritt hingegen stärker zurück. Besonders hervorgehoben sei noch die krustenbildende Foraminifere *Gypsina linearis* (Hanzawa). In Schliff G 4447a/89 wurde ferner ein Gehäuse der Gattung *Alveolina* angetroffen. In Schliff G 4446a/89 konnte die Rotalgen-Art *Distichoplax biserialis* (Dietrich) bestimmt werden. Reste von Bryozoen, Serpeln, Terebrateln, Muscheln (vor allem *Pycnodonte),* Ostracoden, Krabben und Echinodermen, besonders Echiniden, vervollständigen das faunistische Bild.

In Anlehnung an das Profil des Kressenbergs wurde das „Nebengestein" von Langweid, Altenbeuern und Hinterhör bisher als Liegendes der Stockletten betrachtet. Schon Schlosser

(1925: 195) wies darauf hin, daß die Schichten von „Altenmarkt" (= Altenbeuern) „mit dem Nebengestein des Emanuelflötzes die meiste Ähnlichkeit" besitzen (vgl. hierzu das etwas widersprüchliche Profil bei Gümbel 1861: Tafel 36, Profil 270). Zwar wurde von Hagn (1973: Anmerkung 25 auf S. 208) bereits festgestellt, daß die im Bürgl-Bruch von Altenbeuern zeitweilig aufgeschlossenen Stockletten nicht das Hangende des „Nebengesteins", sondern der Mühlsandsteine bilden, doch wurde aus dieser Beobachtung nicht die richtige Konsequenz gezogen.

Wie im folgenden gezeigt werden wird, folgen auf das „Nebengestein" im Profil (Abb. 1) die Mühlsandsteine und ihre Äquivalente. Damit nimmt das „Nebengestein" des Raums von Neubeuern am Inn eine stratigraphisch tiefere Stellung ein als das Nebengestein des Kressenbergs. Um diesen Sachverhalt zu verdeutlichen, wurde die Bezeichnung Nebengestein in der vorliegenden Arbeit mit Anführungsstrichen versehen. Sein Alter ist wohl tieferes, nicht mittleres Lutet, wie Hagn & Schmid (1988: 31) annahmen. Diese Altersbestimmung wird u. a. durch den Nachweis von *Morozovella* aff. *aragonensis* (Nuttall) (Hagn 1973: 193) sowie der Rotalgen-Art *Distichoplax biserialis* (Dietrich) gestützt.

Es bleibt noch darauf hinzuweisen, daß die gelbbraunen, grünstichigen, stark glaukonitisch-phosphoritischen, mürben Sandmergel des Profils SE Altenbeuern (Hagn 1954 a: 40; Hagn & Schmid 1988: 29) nicht dem „Nebengestein" zuzurechnen sind. Es handelt sich bei diesen Ablagerungen vielmehr um ein eigenständiges Schichtglied, das zwischen den Mühlsandsteinen und ihren Äquivalenten sowie den Stockletten vermittelt.

2.3 Mühlsandsteine und ihre Äquivalente

Die Mühlsandsteine und ihre kalkreicheren Äquivalente (helle Sandkalke, sandige Fossilschuttkalke) gehören zu den auffallendsten und wirtschaftlich am bedeutendsten Gesteinen des Helvetikums von Neubeuern am Inn. Bereits Flurl (1792: 118–119) ist eine anschauliche Schilderung der Abbaumethoden zu verdanken. Nach Bernrieder (1987: 464, 466) wurde der Mühlsteinbruch am Hörerberg bei Hinterhör im Jahre 1572 „aufgeschlagen". Er wurde erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts stillgelegt. Eine frühe Notiz über diese Gesteine findet man ferner bei Emmrich (1851: 16).

Mühlsandsteine und ihre Begleitgesteine sind vor allem bei Hinterhör (Schliffe G 4448–4455 a/89) und im Bürgl-Bruch von Altenbeuern (Schliffe G 4456–4458 a/89) aufgeschlossen. Ein kleineres, isoliertes Vorkommen liegt NW Hinterhör (Schliff G 4486 a/89). Die Höhe N Althaus wird hauptsächlich aus kalkreicheren Spielarten der Mühlsandsteine aufgebaut (Schliffe G 4480–4484 a/89). Dieselben Gesteine lassen sich bis in den Raum südlich Saxenkam verfolgen (Schliffe G 4487–4494 a/89). Mühlsandsteine treten ferner als Olistholithe in priabonen, olisthostromatisch ausgebildeten Stockletten am Kirchberg auf. Ihr größter Durchmesser beträgt etwas über 11 cm (Schliffe G 4761–4765 a/89). Die allochthonen Vorkommen liegen als kantengerundete Brocken vor.

Die eigentlichen Mühlsandsteine sind graue bis gelbgraue, seltener rötliche, in verwittertem Zustand bräunliche, mittel- bis grobkörnige, teilweise sogar feinkonglomeratische Sandsteine mit kalkigem Bindemittel. Sie erweisen sich in frischem Zustand als überaus hart und zäh (Hagn 1954 a: 34). Im Steinbruch von Hinterhör beobachtet man im mittleren Profilabschnitt massige und ungeschichtete Sandsteine. Lagenweise fehlen aber auch Mürbsandsteine nicht. Gegen das Hangende zu nimmt der Sandgehalt ab. Durch Zunahme der kalkigen Grundmasse entstehen Sandkalke und bei entsprechendem Fossilgehalt sandige Fossilschuttkalke. Die Mächtigkeit der eigentlichen Mühlsandsteine ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Sie beträgt bei Hinterhör 28 m, während sie im Steinbruch von Altenbeuern nur noch 8 m er-

reicht. In der Südschuppe von Altenbeuern (Schliffe G 4461 a/89; G 4773–4774 a/89) und im Profil SE Altenbeuern (Schliffe G 4411–4414 a/89; G 4464–4466 a/89; G 4468–4474 a/89) scheinen Mühlsandsteine völlig zu fehlen. Sie werden an diesen Lokalitäten durch sandärmere und kalkreichere Gesteine ersetzt.

Im jüngsten Teil dieser Schichtfolge wurden wiederholt Anzeichen von Aufarbeitung und Umlagerung entdeckt. So schließen die hellen Sandkalke von Hinterhör zahlreiche Intraklasten mit Seichtwasserfossilien ein. In sandigen Fossilschuttkalken sowohl der Höhe N Althaus als auch des Vorkommens SSW Saxenkam konnten Gerölle von Mühlsandsteinen beobachtet werden. Sie lassen ähnlich Quarzgeröllen, die einen Durchmesser bis zu 2 cm erreichen können, einen Bewuchs von Rotalgen und anderen sessilen Organismen (u. a. Bryozoen) erkennen. In der Südschuppe von Altenbeuern und im Profil SE Altenbeuern liegen im Kontakt zu den nächstjüngeren sandig-glaukonitischen Übergangsschichten zahlreiche, mehrere cm große intraformationelle Gerölle, die bankartig angeordnet sind.

An Megafossilien sind die beschriebenen Gesteine ziemlich arm. Lediglich die Riesenauster *Pycnodonte gigantica* (Solander in Brander) tritt lagenweise in größerer Häufigkeit auf. Dagegen gehört der stattliche, räuberische Seeigel *Conoclypus conoideus* (Leske) zu den seltenen, wenn auch sehr begehrten Funden (Hagn & Schmid 1988: 29).

In Dünnschliffen von eigentlichen Mühlsandsteinen tritt die Grundmasse gegenüber den meist ausgezeichnet gerundeten Quarz- und Feldspatkörnern sehr stark zurück und dient nur als Zwickelfüllung. Dennoch ist sie reich an zerbrochenen Mikrofossilien. Im tieferen Profilabschnitt von Hinterhör herrscht noch die Mikrofauna des „Nebengesteins" vor. Je kalkreicher das Gestein wird, desto mehr Faunenelemente stellen sich ein.

Die Kleinforaminiferen werden durch Sandschaler, Milioliden, Lageniden, Buliminiden (u. a. *Bolivina)* und durch zahlreiche rotaliide Gattungen vertreten. Von letzteren seien namentlich die pfeilertragende *Rotalia tuberculata* Schubert sowie der Krustenbildner *Gypsina linearis* (Hanzawa) genannt. *Eorupertia cristata* (Gümbel) leitet bereits zu den Großforaminiferen über. Von diesen konnten die Gattungen *Nummulites, Assilina, Operculina* und vor allem *Discocyclina* bestimmt werden. In sandigen Fossilschuttkalken von der Höhe N Althaus treten größere Nummuliten aus der Gruppe des *N. perforatus* (Montfort) auf. Das Plankton spielt im Faunenbild bereits eine bedeutendere Rolle. Neben Globigerinen und Acarininen wurde, wenn auch ziemlich selten, die kleine *Morozovella spinulosa* (Cushman) nachgewiesen, die im Mitteleozän weit verbreitet ist.

Auch Bruchstücke von Metazoen sind am Aufbau der Gesteine wesentlich beteiligt. Reste von Bryozoen, der Anneliden-Gattungen *Serpula* und *Ditrupa,* von Terebrateln, Muscheln *(Ostrea, Pycnodonte, Pecten),* Gastropoden, Krabben und Echinodermen werden gewöhnlich in großer Zahl angetroffen. Von Rotalgen sind die Gattungen *Archaeolithothamnium, Lithophyllum* und *Lithoporella* zu nennen.

Glaukonitkörner treten nur vereinzelt auf. Gelegentlich ist eine glaukonitische Imprägnation von Biogenen zu erkennen.

Die Mühlsandsteine und ihre Äquivalente wurden von Hagn (1954 a: 35, 38–39) als Liegendes der limonitführenden Sandkalke (Schwarzerz-Schichten dieser Arbeit) beschrieben. Zusammen mit dem Erzhorizont sollten sie als Äquivalente des Schwarzerzes des Kressenbergs gelten. In der Folgezeit wurden sie vom selben Autor (Hagn 1973: 193) als nördliche, erzfreie Fazies der Schwarzerz-Schichten s. l. einer im Süden beheimateten, erzführenden Ausbildung gegenübergestellt. Auch Hagn & Schmid (1988: 28) vertraten die Ansicht einer faziellen Vertretung beider Schichtglieder. Die Mühlsandsteine und ihre Äquivalente wurden durch sie in das Unter-Lutet eingestuft (l. c.: 29).

Die im März dieses Jahres durchgeführten Begehungen erbrachten indes den Beweis, daß die

Mühlsandsteine und die sie begleitenden hellen, sandigen Kalke im Profil auf das „Nebengestein“ folgen (Abb. 1). So konnte im Profil von Hinterhör ein allmählicher Übergang von „Nebengestein“ in die Mühlsandsteine beobachtet werden, während Anzeichen für eine Störung fehlen. Auf eine enge Nachbarschaft beider Schichtglieder deuten auch die Gerölle von „Nebengestein“ in den Mühlsandsteinen des alten Steinbruchs NW Hinterhör hin (vgl. hierzu S. 260). Einen weiteren Beweis für diese Ansicht stellen die sandig-glaukonitischen Übergangsschichten dar, welche die hellen Sandkalke und sandigen Fossilschuttkalke mit den Stockletten verbinden.

Damit nehmen die Mühlsandsteine und ihre Äquivalente eine höhere stratigraphische Stellung ein als bisher angenommen. Sie können daher in den mittleren und oberen Teil des Lutets gestellt werden.

Die Zufuhr gewaltiger Sandmassen in den südhelvetischen Trog kann somit zutreffender als bisher datiert werden. Sie findet zwar in den Profilen des Kressenbergs keine Parallelen, doch sei daran erinnert, daß auch die mächtigen Sande der Mittel-Schichten von St. Pankraz am Haunsberg N Salzburg (Oberes Untereozän) räumlich sehr beschränkt und von anderen Lokalitäten nicht bekannt sind (Traub 1953). Diese Befunde lassen weitgehende Rückschlüsse auf das Liefergebiet zu (vgl. hierzu Vogeltanz 1970). Auf sie wird im letzten Kapitel der vorliegenden Arbeit ausführlich eingegangen werden.

2.4 Glaukonitisch-sandige Übergangsschichten

Auf die hellen Sandkalke und sandigen Fossilschuttkalke folgen im Profil glaukonitreiche, sandige, mehr oder weniger stark verfestigte Mergel. Sie sind reich an phosphoritischen Partikeln. Ihre Mächtigkeit beträgt kaum mehr als 50 cm. Da diese verhältnismäßig weichen Gesteine der Erosion keinen Widerstand leisten konnten, sind sie entweder überhaupt nicht oder doch nur sehr mangelhaft aufgeschlossen. Erschwerend kommt noch eine meist mächtige pleistozäne Überdeckung hinzu. Schlämm- und Schleifproben der glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten können daher fast immer nur durch Anlage von Schurfgräben oder mit Hilfe eines Handbohrstocks gewonnen werden. Die mißlichen Aufschlußverhältnisse sind auch der Grund, warum dieses Schichtglied bis heute nur sehr ungenügend bekannt ist.

Altenbeuern, Hauptprofil. — Im Südteil des Bürgl-Bruchs liegen auf hellen, glaukonitischen Sandkalken dunkle, grobsandige Mergel, die nach oben allmählich in Stockletten übergehen (Schlämmproben 6122–6124). Ihre Mächtigkeit beläuft sich auf etwa 50 cm. In den beiden tiefsten Proben bestimmen die Sandschaler-Arten *Tritaxia schroederi* (Hagn) und *Plectina dalmatina* (Schubert) das Faunenbild. Bereits in der Probe 6123 treten zahlreiche benthonische Foraminiferen der Stockletten hinzu. Namentlich seien *Vaginulinopsis cumulicostata* (Gümbel), *Uvigerina acutocostata* (Hagn), *Osangularia pteromphalia* (Gümbel), und *Anomalinoides capitatus* (Gümbel) aufgeführt. Auch das Plankton tritt deutlich in Erscheinung. Koprolithen kommen nicht selten vor.

Aus den Grobrückständen der Proben 6122 und 6123 wurden einige Komponenten isoliert und in Dünnschliffen (G 4462–4463 a/89) untersucht. Gut gerundete Quarz- und Feldspatkörner überwiegen. Sie weisen teilweise eine faserige Kalzithülle auf. Die Kalifeldspäte (Mikrokline) zeigen sich bereits stärker zersetzt. Daneben wurden Phosphoritgeröllchen beobachtet, die planktonische Foraminiferen einschließen. Auch Krabbenreste und Fischzähnchen fehlen nicht.

Altenbeuern, Südschuppe. – In der südlichen Aufschlußwand konnten stärker verfestigte, sandig-glaukonitische Übergangsschichten im Kontakt mit hellen Sandkalken aufgesammelt werden. Sie sind nur in Resten erhalten. In Dünnschliffen (G 4773–4774 a/89) beobachtet man neben Glaukonit zahlreiche große Quarzkörner sowie phosphoritische Partikelchen. Die Grundmasse ist erfüllt mit Gehäusen planktonischer Foraminiferen.

Profil SE Altenbeuern. – Im Ostteil des N-S-streichenden Profils SE Altenbeuern kommen nach HAGN (1954a: 40) „gelbbraune, grünstichige, stark glaukonitisch-phosphoritische, mürbe Sandmergel mit einzelnen größeren Quarzgeröllchen" vor. Sie erinnern sehr stark an die glaukonitisch-phosphoritischen Kalkmergel des Kressenbergs, die als „Emanuelflöz-Nebengestein" in die Literatur eingegangen sind (vgl. hierzu HAGN & WELLNHOFER 1972: 18).

Dieses Vorkommen wurde besonders sorgfältig beprobt. Ähnlich der Südschuppe von Altenbeuern konnte an der Ostwand des Aufschlusses ein Angrenzen von hellen, grobsandigen Fossilschuttkalken an glaukonitisch-sandige Übergangsschichten festgestellt werden. Die kalkreichen Äquivalente der Mühlsandsteine lassen nahe am Kontakt zum nächstjüngeren Schichtglied eine Bank aus intraformationellen Geröllen erkennen. Die Übergangsschichten füllen alle Vertiefungen der liegenden Bank aus. In den Schliffen G 4468–4472 a/89 trifft man neben Glaukonit und Phosphorit reichlich große Quarz- und Feldspatkörner an. In der Grundmasse schwimmen zahlreiche Globigerinen und Acarininen (Tafel 1, Bild 2). Daneben wurden Fischreste und Koprolithen beobachtet. Isolierte Komponenten aus Schlämmprobe 6133 erwiesen sich im Dünnschliff (G 4467 a/89) als Quarz, zersetzter Feldspat und Phosphorit. Dazu gesellen sich Koprolithen, Haifischzähnchen sowie das gleichfalls aus Kalziumphosphat bestehende Dubium (S. 261), das möglicherweise von Crustaceen abstammt.

Schlämmproben der glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten konnten nur durch die Anlage eines Schurfgrabens unterhalb der Konglomeratbank sowie durch den Einsatz eines Handbohrstocks gewonnen werden (6127–6134). Die grünlichgrauen, etwas verfestigten Mergel lieferten wiederum die beiden Sandschaler *Tritaxia schroederi* (HAGN) und *Plectina dalmatina* (SCHUBERT). Plankton ist reichlich vertreten, doch sind die Gehäuse von *Globigerina* und *Acarinina* nicht allzu gut erhalten. Glaukonitsteinkerne von Foraminiferen wurden nicht selten angetroffen. Auch Koprolithen und Fischreste stellten sich in allen Proben ein.

Die Mächtigkeit der glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten beträgt SE Altenbeuern höchstens 50 cm. Es sei noch erwähnt, daß in ihnen vereinzelt Steinkerne von Gastropoden gefunden wurden, die in ihrer Erhaltung durchaus an Fossilien des Nebengesteins des Kressenbergs erinnern.

Hinterhör. – Infolge mächtiger Überdeckung mit pleistozänen Sedimenten gelang es an dieser Lokalität nicht, die glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten mit Sicherheit nachzuweisen.

Höhe N Althaus. – Von diesem Höhenzug beschrieb HAGN (1954a: 32) einen feinkörnigen, stark glaukonitischen „Kalksandstein", der neben Quarz und Phosphorit Gerölle eines hellen Kalksandsteins einschließt.

Auch dieses Gestein ist zu den glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten zu rechnen. Es wurde unterhalb der Burg Althaus und östlich davon beprobt. Das Liegende ist wiederum als heller, sandiger Fossilschuttkalk ausgebildet. Die Grenze zu den Übergangsschichten ist scharf ausgeprägt. Die glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten dringen in Vertiefungen und Klüfte der Sandkalke ein. In ihnen schwimmen einzelne Gerölle des aufgearbeiteten Untergrunds.

Das Schliffbild (G 4484 a/89) wird von großen Quarzkörnern bestimmt, die gegenüber dem Liegenden angereichert erscheinen. Feldspäte treten hingegen stärker zurück. Glaukonit tritt in

Form von Körnern, aber auch als Imprägnationsmittel von Biogenen, vor allem von fragmentären Discocyclinen und Echinodermenresten, auf. Planktonische Foraminiferen sind häufig. Phosphoritgeröllchen und Fischreste fehlen gleichfalls nicht.

Pleistozäne Sedimente, die in Handbohrungen (Proben 6138, 6142) südlich der Aufschlüsse angetroffen wurden, enthalten umgelagerte Glaukonitsteinkerne von Foraminiferen sowie einzelne Bröckchen von Übergangsschichten. Damit ist das Vorhandensein dieses Schichtglieds auch im Bereich der Höhe N Althaus eindeutig belegt.

SSW Saxenkam. – In einem alten Mühlsteinbruch SSW Saxenkam, unterhalb der Straße Saxenkam–Wieslering, ist ein „grünlichgrauer, graulich anwitternder, karstähnlich verwitternder Kalksandstein“ aufgeschlossen, in den ein feinkörniger Glaukonitsandstein „unregelmäßig und schlierenartig“ eingelagert ist (Hagn 1954a: 33–34). Auch hier haben wir die glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten vor uns.

Bild 1 auf Tafel 1 läßt den scharfen Kontakt der dunkleren, weil glaukonitreichen Übergangsschichten zu den helleren, liegenden Sandkalken erkennen. Erstere schließen Gerölle und abgerundete Brocken von sandigen Fossilschuttkalken ein. In Dünnschliffen (G 4491–4494a/89) beobachtet man wiederum viel Quarz, Glaukonit und Phosphorit. Neben reichlich Plankton *(Globigerina, Acarinina)* tritt das Benthos (Lageniden, rotaliide Gattungen von Kleinforaminiferen, kleine Nummuliten, zahlreiche Discocyclinen, Terebratelreste, Echinodermenschutt, Reste von Rotalgen) stärker in den Vordergrund. Daneben kommen zahlreiche Fischreste vor.

Die starke Zunahme des Planktons in den Übergangsschichten läßt auf eine rasche Absenkung des Südrands des mesoeuropäischen Schelfes schließen. Dabei erwiesen sich die glaukonitischen Sandmergel der Höhe N Althaus sowie des Vorkommens SSW Saxenkam als reicher an Benthos (u. a. Discocyclinen, Echinodermen) als die weiter im Süden gelegenen Übergangsschichten des Profils SE Altenbeuern. Da ihr Gehalt an siliziklastischen Gemengteilen größer ist als der der liegenden Sandkalke und Fossilschuttkalke, ist eine kurzfristige Belebung der Sandzufuhr anzunehmen, bevor die Sedimentation der Stockletten alle Faziesunterschiede auszugleichen vermochte.

Die glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten des Helvetikums von Neubeuern am Inn entsprechen in ihrer stratigraphischen Stellung dem Nebengestein des Kressenbergs, auch wenn sie zugunsten der Mühlsandsteine und ihrer Äquivalente nur eine sehr beschränkte Mächtigkeit aufweisen. Mit dem weiter oben beschriebenen „Nebengestein“ alter Prägung haben sie nichts gemeinsam. Die Übergangsschichten kommen wohl an die Wende Lutet/Biarritz zu liegen, wenn auch nicht auszuschließen ist, daß sie bereits im höheren Ober-Lutet einsetzen (Abb. 1).

2.5 Stockletten

Die verhältnismäßig weichen Globigerinenmergel sind wie die Übergangsschichten in den untersuchten Profilen nur ungenügend oder überhaupt nicht aufgeschlossen. Die meisten Schlämmproben mußten daher mit Hilfe eines Handbohrstocks gezogen werden.

Altenbeuern, Hauptprofil. – Aus dem Bürgl-Bruch sind Stockletten schon seit langem bekannt (Hagn 1954a: 54). In der Folgezeit (Hagn 1973: 208) konnte gezeigt werden, daß sie im Profil nicht auf das „Nebengestein“ folgen, sondern mit den Mühlsandsteinen und ihren Äquivalenten verbunden sind. Im März dieses Jahres gelang es, den Übergangsbereich Mühlsandsteine – Stockletten aufzugraben. Während die Proben 6122–6124 noch den glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten zuzuordnen sind, enthält die Probe 6125 bereits eine kennzeichnende Stocklettenfauna, in der *Plectina dalmatina* (Schubert) noch vereinzelt vorkommt.

Das Plankton *(Globigerina, Acarinina)* überwiegt. In früher entnommenen Proben konnte selbst *Hantkenina longispina* Cushman nachgewiesen werden. Daneben wurde ein reiches sand- und kalkschaliges Benthos angetroffen. Das Alter der Probe 6125, die ca. 80 cm über der Oberkante der hellen, glaukonitischen Sandkalke entnommen wurde, kann mit Biarritz angegeben werden.

Profil SE Altenbeuern. — Im Hangenden der glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten wurden im Ostteil des Profils Stockletten mit Hilfe eines Handbohrstocks erbohrt. Die weichen, gelblichen Mergel (Proben 6135—6136), die noch einzelne, größere Quarzkörner enthalten, lieferten eine ungemein reiche und wohlerhaltene Mikrofauna, die durch das Auftreten der planktonischen Gattung *Acarinina* noch als Mitteleozän ausgewiesen ist. Eine sehr bezeichnende benthonische Art ist *Cibicidoides truncanus* (Gümbel).

An einer anderen Stelle wurden pleistozäne Ablagerungen angetroffen, die umgelagerte Foraminiferen aus mittel- und obereozänen Stockletten führen. Auch durch diesen Befund wird das Vorhandensein von Stockletten unter der quartären Überdeckung angezeigt. In derselben Probe (6131) konnten darüber hinaus Globotruncanen aus der oberkretazischen Buntmergelserie des Nordultrahelvetikums beobachtet werden, einer paläogeographisch-tektonischen Einheit, die heute an der Oberfläche nicht mehr ansteht.

Hinterhör. — Südlich der Aufschlußwand, nahe den Häusern von Hinterhör, wurden auf einer Wiese gleichfalls Handbohrungen „abgeteuft", von denen zwei (6119—6120) fündig wurden. Es konnten zwar nur pleistozäne Sedimente erbohrt werden, die aber zahlreiche umgelagerte Foraminiferen aus mittel- und obereozänen Stockletten lieferten. Dadurch ist erwiesen, daß mitteleozäne Stockletten in unmittelbarer Nähe der Mühlsandsteine und ihrer Äquivalente im Untergrund anstehen. Wie bereits ausgeführt (S. 265), konnten an dieser Stelle die glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten wegen der Ungunst der Aufschlußverhältnisse nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Umgelagerte Globotruncanen deuten wiederum auf die Nachbarschaft der ultrahelvetischen Buntmergelserie hin.

Höhe N Althaus. — Handbohrungen, die NE des Gehöftes Althaus in unmittelbarer Nähe der Aufschlüsse von Fossilschuttkalken durchgeführt wurden, erbrachten gleichfalls ein positives Ergebnis. Zweimal blieb der Bohrstock zwar im Pleistozän stecken (Proben 6138 und 6140), doch konnten aus den Bohrkernchen zahlreiche Foraminiferen aus den Stockletten sowie Globotruncanen aus der Buntmergelserie ausgeschlämmt werden. Zwei Handbohrungen (Proben 6141 und 6142) trafen indes Stockletten des höheren Mitteleozäns an, die nur schwach durch pleistozänes Material verunreinigt waren. Neben reichlich planktonischen Faunenelementen *(Globigerina, Acarinina,* Radiolarien) wurde wiederum die bezeichnende Benthos-Art *Cibicidoides truncanus* (Gümbel) nachgewiesen.

SSW Saxenkam. — An dieser Lokalität wurden drei Handbohrungen niedergebracht, die alle lediglich pleistozänes Material förderten (Proben 6144—6146). Sie lieferten reichlich umgelagerte Foraminiferen aus Stockletten des höheren Mitteleozäns. Besonders hervorgehoben seien die Arten *Plectina eocenica* Cushman, *Cibicidoides truncanus* (Gümbel) und *Hantkenina dumblei* Weinzierl & Applin. Auch in diesen Proben fehlen Globotruncanen der Buntmergelserie nicht. Ihre Gehäuse sind teilweise rötlich gefärbt, ein Befund, der auf bunte Mergel als Muttergestein hindeutet. Damit ist eindeutig erwiesen, daß die Stockletten nicht das Hangende des „Nebengesteins" darstellen, wie bisher angenommen wurde, sondern über die glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten mit den Mühlsandsteinen und ihren Äquivalenten stratigraphisch verbunden sind.

Das Südhelvetikum von Neubeuern am Inn liegt als tektonisch höheres Stockwerk auf Gesteinen des Nordhelvetikums (HAGN 1954a: 85). Neben der tektonischen Brekzie des Rohrdorfer Bruchs liefert auch der Pinswanger Graben einen Beweis für diese Deutung. In ihm sind nordhelvetische Ablagerungen (Pinswanger und Adelholzener Schichten) aufgeschlossen, die auf allen Seiten von südhelvetischen Sedimenten ummantelt werden. Das Nordhelvetikum tritt demnach im Pinswanger Graben als tektonisches Fenster zutage.

Die Olisthostrome des Kirchbergs mit all ihren Riffgesteinen bilden die Stirn der südhelvetischen Schubmasse. Da sie ausschließlich südhelvetische Olistholithe enthalten, können sie nicht im Sinne von BUCHHOLZ (1986) auf den Nordrand des helvetischen Trogs bezogen werden.

Das südhelvetische Mitteleozän kann in drei Aufschlußgruppen unterteilt werden, die in ihrem Schichtbestand und in ihrer Ausbildung teilweise beträchtlich voneinander abweichen (Abb. 2).

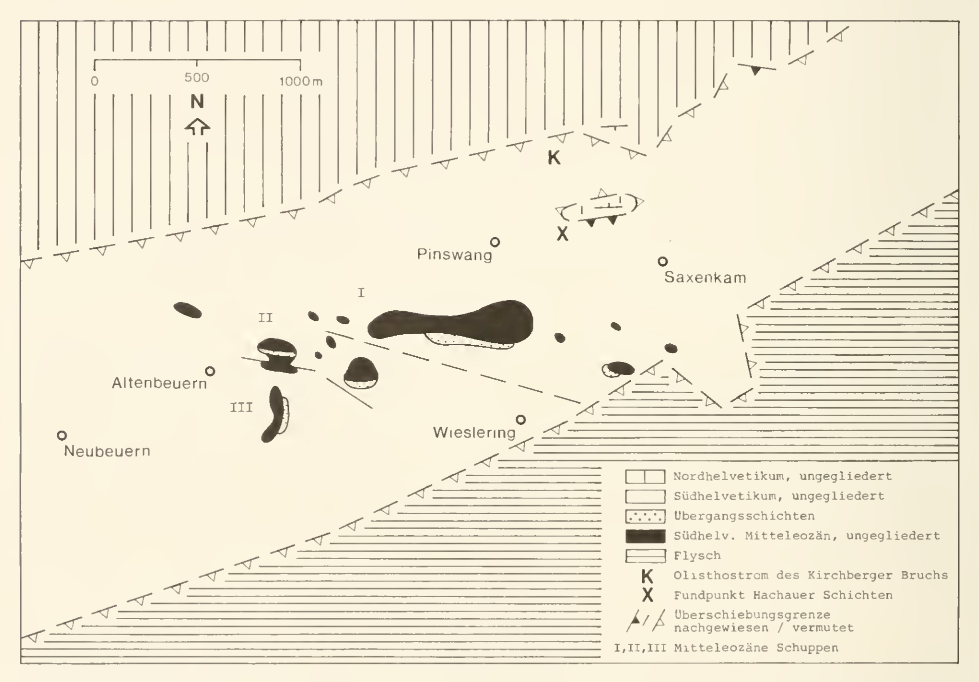


Abb. 2: Tektonische Übersichtsskizze des Helvetikums von Neubeuern am Inn mit besonderer Berücksichtigung des südhelvetischen Mitteleozäns

Einheit I umfaßt die Aufschlüsse der Höhe N Althaus, die sich nach SE bis zum Überschiebungsrand der Rhenodanubischen Flyschzone fortsetzen (SSW Saxenkam). Diese „Großschuppe" beinhaltet Mühlsandsteine, helle Sandkalke bzw. sandige Fossilschuttkalke, glaukonitisch-sandige Übergangsschichten sowie Stockletten. Die Grenze helle Kalke/glaukonitische Sandmergel ist scharf. Die Übergangsschichten dieser Einheit, die neben reichlich Plankton auch ziemlich viel Benthos enthalten, schließen Gerölle und abgerundete Brocken des aufgear-

beiteten Untergrunds ein. Die Gesteine der Einheit I wurden wohl am weitesten im Norden abgelagert.

Einheit II läßt sich von Langweid über Altenbeuern (Hauptprofil) bis nach Hinterhör verfolgen. Die einzelnen Aufschlüsse sind durch Störungen gegeneinander etwas versetzt. Die Schichtfolge beginnt mit Schwarzerz-Schichten. Darüber liegt das fossilreiche „Nebengestein", das nur in dieser „Großschuppe" ausgebildet ist. Das nächstjüngere Schichtglied wird durch Mühlsandsteine und ihre Äquivalente repräsentiert. Den Abschluß der Profile bilden Übergangsschichten und Stockletten.

Im Steinbruch von Hinterhör erreichen die Mühlsandsteine ihre größte Mächtigkeit (28 m). Da die Störung zwischen „Nebengestein" und Mühlsandsteine (Hagn 1954 a: 69) in Anbetracht des neuen Gliederungsschemas entfällt, liegt an dieser Lokalität ein ziemlich mächtiges, fast vollständiges Profil von den Schwarzerz-Schichten bis zu den Stockletten vor.

Einheit III stellt die südlichste Aufschlußgruppe dar. Zu ihr sind die Südschuppe von Altenbeuern sowie das N-S-streichende Profil SE Altenbeuern zu rechnen. Beide Vorkommen hingen einst miteinander zusammen und wurden beim Vorschub der Flyschzone voneinander getrennt. Dabei blieb das Profil SE Altenbeuern im Süden zurück und nahm seine ungewöhnliche Lage ein. Die Schichtfolge umfaßt Schwarzerz-Schichten sowie kalkreiche Äquivalente der Mühlsandsteine. Es fehlen sowohl das „Nebengestein" als auch die eigentlichen Mühlsandsteine. Am Kontakt zu den glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten lassen die hellen Sandkalke und sandigen Fossilschuttkalke eine Bank aus intraformationellen Geröllen erkennen. Die glaukonitisch-sandigen Mergel enthalten im Gegensatz zur Einheit I nur mehr sehr wenig Benthos. Da Plankton und Nekton eindeutig überwiegen, weisen die Übergangsschichten der Einheit III wohl auf größere Wassertiefen hin. Der Übergang in die hangenden Stockletten vollzieht sich wie in den übrigen Einheiten.

Auf die Kleintektonik soll hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die Raumverengung im helvetischen Bereich sehr groß war, so daß vor allem Schuppenstrukturen vorherrschen.

2.7 Vergleich mit dem nordhelvetischen Mitteleozän

Das nordhelvetische Mitteleozän gliedert sich in Adelholzener Schichten und Stockletten (tieferer Teil). Das erstgenannte Schichtglied kann wiederum in Untere, Mittlere und Obere Adelholzener Schichten unterteilt werden. Seit den Tagen Eder's (1925: 43–45), der im Mitteleozän lediglich zwischen einer älteren Sandsteingruppe (Nummulitensandsteine) und einer jüngeren Kalk-Mergelgruppe (Stockletten, Lithothamnienkalke, Assilinenkalk) unterschied, haben sich unsere Unterscheidungsmöglichkeiten beträchtlich vermehrt. Vor allem das Nordhelvetikum war immer wieder Gegenstand wissenschaftlicher Erörterungen (Hagn 1954 a, 1960, 1973, Hagn et al. 1981).

Die Unteren Adelholzener Schichten sind glaukonitreiche Transgressionssedimente. Sie finden sich nur an sehr wenigen Stellen aufgeschlossen, so z. B. im Pinswanger Graben (Hagn 1954 a: 42). An der Straße Rohrdorf–Langweid konnten vor Jahren glaukonitische, mürbe Sandsteine mit *Nummulites lehneri* Schaub und *N.* aff. *gallensis* Heim aufgeschürft werden (Hagn 1967: 279). Ihr Alter ist tieferes Lutet. Derzeit sind Untere Adelholzener Schichten in stratigraphischem Kontakt zu Pinswanger Schichten des Unteren Obercampans im NW-Teil des Rohrdorfer Bruchs (Adelholzener Sattel) zugänglich. Es liegen grünlichgraue, glaukonitreiche Mürbsandsteine vor, die von bräunlichen Gesteinen ähnlicher Zusammensetzung überlagert werden. Sie schließen einzelne größere Phosphoritknollen ein. In den Schlämmrückstän-

den der Proben 6153–6155 beobachtet man neben Glaukonit zahlreiche glänzende Limonitkörner (det. Dipl.-Geol. K. Burkhardt). Abgesehen von Fischresten sind diese schlämmbaren Mürbsandsteine sehr arm an Mikrofossilien. Lediglich die Probe 6155 lieferte mehrere Gehäuse von Großforaminiferen (Nummuliten, Assilinen). Erwähnenswert ist noch das Bruchstück eines größeren Säugetierzahns, der aber keine Bestimmung erlaubt (mündl. Mitteilung von Herrn Dr. F. Pfeil).

Die Mittleren Adelholzener Schichten sind als grünlich- bis gelblichgraue, sand- und glaukonitarme Kalke ausgebildet, die überwiegend von Gehäusen der für Mittel-Lutet bezeichnenden Arten *Nummulites millecaput* Boubée und *Assilina exponens* (Sow.) aufgebaut werden. Gesteinsbildend sind vor allem die kleinen, linsenförmigen, megalosphärischen Gehäuse der letzteren Art. Die Mittleren Adelholzener Schichten sind im Raum von Neubeuern am Inn an verschiedenen Stellen aufgeschlossen (Straße Rohrdorf–Langweid, Pinswanger Graben, Kirch- und Fadenberg). Sie bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Die Oberen Adelholzener Schichten setzen sich aus grüngrauen, schwach sandig-glaukonitischen Mergeln und schwarzen bis schwarzbraunen, lagenweise feinsandigen und feinstglimmerigen Mergeln zusammen (Hagn 1960: 35–40; Hagn 1973: 164–165). Die schwarzen Mergel der Oberen Adelholzener Schichten des Rohrdorfer Bruchs wurden von Hagn et al. (1981: 70) in die *Truncorotaloides rohri*-Zone des Unteren Biarritz eingestuft.

Das nordhelvetische Mitteleozän läßt damit die Abfolge Grünsandsteine, Kalke mit Großforaminiferen und Mergel erkennen. Letztere sind im allgemeinen reich an planktonischen Foraminiferen.

Ein Vergleich des nordhelvetischen mit dem südhelvetischen Mitteleozän erscheint nicht nur auf den ersten Blick schwierig. Am ehesten können noch die Schwarzerz-Schichten sowie die glaukonitischen Sandmergel von der Basis des „Nebengesteins" mit den Unteren Adelholzener Schichten verglichen werden, da alle genannten Schichtglieder mehr oder weniger reichlich Limonitkörner enthalten. Das „Nebengestein" selbst findet im Nordhelvetikum keine Parallele, doch scheint es ebenfalls noch in den Schichtumfang der Unteren Adelholzener Schichten zu fallen. Die reiche Großforaminiferenfauna der Mittleren Adelholzener Schichten sucht man im Südhelvetikums vergebens. Die Mühlsandsteine und ihre Äquivalente lieferten jedenfalls bis heute kein einziges Gehäuse von *Nummulites millecaput* Boubée und *Assilina exponens* (Sow.). Dies ist sicherlich faziell bedingt, denn im Südhelvetikum dominiert die die offene See bevorzugende Gattung *Discocyclina*. Angesichts des Kalkreichtums sowohl der Mittleren Adelholzener Schichten als auch der Mühlsandsteine und ihrer Äquivalente ist allerdings ein vorsichtiger Schichtvergleich angezeigt. Andererseits stellt der extreme Sandreichtum der südhelvetischen Schichten ein diagnostisch wichtiges Merkmal dar. Auch die glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten können im Nordhelvetikum nicht wiedererkannt werden.

Erst die Stockletten heben alle Faziesunterschiede zwischen Nord- und Südhelvetikum auf. Die Ablagerung küstenferner, kalkreicher Mergel wurde durch eine rasche Absenkung des Meeresbodens bedingt. Es sei noch darauf hingewiesen, daß die Sedimentation der Stockletten im Südhelvetikum etwas früher einsetzte als im Nordhelvetikum, ein Befund, der durch das Phänomen der Fazieswanderung von S nach N erklärt werden kann (Hagn 1967: 287; Hagn 1973: 195–196).

3. Zur Frage der Intrahelvetischen Schwelle

Aus der Gesamtschau der geologischen und paläontologischen Ergebnisse ergab sich die Notwendigkeit, zwischen Nord- und Südhelvetikum eine mehr oder weniger trennende

Schwelle anzunehmen. Ihre Aufgabe bestand einmal darin, die Fazies der umliegenden Meeresräume zu beeinflussen, zum anderen, Gesteinsschutt zu spenden.

Dieses Landgebiet wurde von HAGN (1952: 71) zunächst „Infrahelvetische" Schwelle genannt. Wenig später (HAGN 1954a: Anmerkung 13 auf S. 76) fand eine Umwandlung des Namens aus sprachlichen Gründen in „intrahelvetisch" statt. Heute könnte man versucht sein, die Bezeichnung „Schwelle" durch den Ausdruck „Hoch" zu ersetzen (Abb. 3). Anlaß hierzu könnte das heute allgemein anerkannte Landshut-Neuöttinger Hoch geben, eine Aufragung aus moldanubischem Kristallin, die die Vorlandmolasse in einen nordöstlichen und in einen südwestlichen Bereich gliedert.

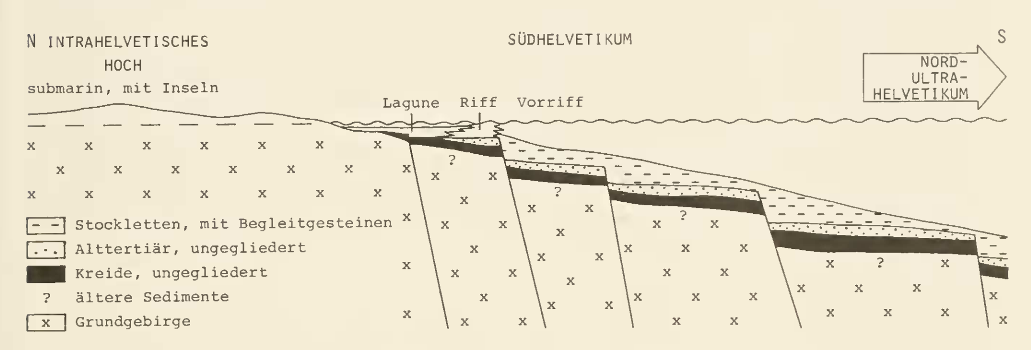


Abb. 3: Querschnitt durch das Intrahelvetische Hoch und das im Süden anschließende südhelvetische Becken zur Zeit des tieferen Obereozäns

Die Intrahelvetische Schwelle wurde von VOGELTANZ (1970: Abb. 14 auf S. 435) in seinem paläogeographischen Modell des Helvetikums des Haunsbergs N Salzburg voll und ganz berücksichtigt. Da sie von BUCHHOLZ (1986: Abb. 22–23 auf S. 55 bzw. 57) neuerdings abgelehnt wurde, erscheint es geboten, einige Argumente für die Existenz eines derartigen Hochgebietes nochmals kurz anzuführen.

– Die fazielle und faunistische Verschiedenheit des nord- und südhelvetischen Mitteleozäns läßt sich am besten mit einer Aufragung des Untergrunds erklären, die den helvetischen Ablagerungsraum in einen nördlichen und in einen südlichen Abschnitt gliederte.
– Das Südhelvetikum ist bedeutend reicher an siliziklastischen Gemengteilen als das Nordhelvetikum. Die reichliche Zufuhr kristallinen Abtragungsschuttes begann bereits zur Zeit der Hachauer Schichten (Ober-Maastricht) und setzte sich über das Paleozän und Untereozän bis in das Mitteleozän fort. Aus diesem Grund konnten auch einige südhelvetische Sedimente als Schleif- und Mühlsteine wirtschaftlich genutzt werden.

  Vom oberen Obercampan an bis zum Ende des Untereozäns wurden im Nordhelvetikum keine Sedimente abgelagert. Die Landschaft wurde in diesem Raum von Kreidemergeln gebildet, die teilweise der Erosion anheimfielen.

  Das Landshut-Neuöttinger-Hoch scheidet als Liefergebiet für die Quarz- und Feldspatkörner der südhelvetischen Ablagerungen aus. Es lag viel zu weit im Norden, da die Gesteine des Helvetikums von der Rhenodanubischen Flyschzone weit nach Norden geschoben und erst dadurch in ihre heutige Lage gebracht wurden. Zubringerflüsse aus dem Einzugsgebiet des Landshut-Neuöttinger-Hochs hätten zudem eine Kreidelandschaft durchqueren müssen. Sie hätten dabei zwangsläufig Kreidesedimente aufgearbeitet, so daß ihre Gesteinsfracht auch allochthone Kreideforaminiferen enthalten müßte. Derartige Funde konnten aber nicht gemacht werden.

- Auch die Zufuhr von Erzlösungen, die zur Bildung der Rot- und Schwarzerz-Schichten führte, verlangt ein nahegelegenes Festland, das zur Zeit der Trockenlegung des nordhelvetischen Raumes intensiv verwitterte. Das gleichzeitige Auftreten von Limonitkörnern im Nord- und Südhelvetikum prädestiniert die Intrahelvetische Schwelle geradezu als Liefergebiet.
- Die mächtige Entwicklung von Rotalgenkalken im Bereich des Kirch- und Fadenbergs läßt an Untiefen denken, auf denen diese kalkabscheidenden Algen optimal gedeihen konnten. Auch die Riffbildungen des Kirchbergs sind an eine Hochzone gebunden. Es konnte gezeigt werden, daß dieser Riffsaum nicht auf den Nordrand des helvetischen Trogs im Sinne von Buchholz (1986) bezogen werden kann. Er lag daher trogintern.
- Das „Nebengestein" von Altenbeuern wurde von Hagn & Schmid (1988: 82) als küstennahes Sediment gedeutet, das durch Spülsäume von Krabben ausgezeichnet ist. Auch die in denselben Schichten gefundene Frucht *Palaeophytocrene kressenbergensis* (Schafhäutl) deutet auf ein nahegelegenes Festland oder zumindest auf eine Insel hin (Hagn & Schmid 1988: 38, 102). Dasselbe gilt für den Backenzahn eines Kleinsäugers, der aus den Oberen Adelholzener Schichten des Rohrdorfer Bruchs ausgeschlämmt werden konnte (l. c.: 94). Selbst die Unteren Adelholzener Schichten enthalten, wenn auch sehr selten, Reste von Säugetieren (S. 270).

Soweit zur Existenz eines Intrahelvetischen Hochs. Bleibt noch zu überlegen, wie man sich dieses langgestreckte Landgebiet vorzustellen hat.

Zunächst einmal ist festzuhalten, daß die Intrahelvetische Schwelle eine Aufragung des moldanubischen Untergrunds darstellte, da wir uns ja noch auf dem mesoeuropäischen Schelf befinden. Größere petrographische Unterschiede zum Landshut-Neuöttinger-Hoch sind damit von vorneherein nicht zu erwarten. Da im Raum von Neubeuern am Inn Anzeichen für mesozoische Hüllschichten (z. B. Malm) fehlen, war der kristalline Untergrund, soweit ihn nicht eine Pflanzendecke verbarg, der Erosion unmittelbar preisgegeben. Zur Geomorphologie des Intrahelvetischen Hochs lassen sich naturgemäß keine genaueren Angaben machen. Es ist jedoch anzunehmen, daß sich die langgezogene Schwelle, zumindest im Mittel- und Obereozän, nur stellenweise als Insel oder Inselgirlande über den Meeresspiegel erhob. Auch dürfte ihre Breite beträchtlich gewesen sein. Ein geschätzter Betrag von ca. 20 km dürfte durchaus realistisch erscheinen.

In Abb. 3 wurde der Versuch unternommen, alle bisher gemachten Beobachtungen sinnvoll miteinander in Beziehung zu setzen. Am Südrand der Intrahelvetischen Schwelle schloß zunächst eine Lagune an, aus der die Hinterriffgesteine stammen, die u. a. auch im Olisthostrom des Kirchbergs auftreten. Nach Süden zu folgte ein schmaler Riffgürtel, der Schutt in die offene See lieferte. Der Untergrund des anschließenden südhelvetischen Beckens war durch Brüche treppenartig gegliedert. Durch Aufarbeitung gelangten ältere Sedimente (Hachauer Schichten, „Nebengestein", Mühlsandsteine), die sich an den Südhang des Intrahelvetischen Hochs anschmiegten, in die bereits beschriebenen olisthostromaten Stockletten des Kirchbergs.

Im einzelnen mag das Relief des Meeresbodens sehr stark gegliedert gewesen sein. Es ist anzunehmen, daß die Sandzufuhr, die zur Bildung der Mühlsandsteine führte, in canyonartigen Einschnitten erfolgte. Damit würde sich ihr Auskeilen nach allen Seiten erklären. Spätestens nach Beendigung der Sedimentation der glaukonitisch-sandigen Übergangsschichten wurde dieses Relief durch Absenkung unwirksam gemacht und die Schuttquellen durch jüngere Sedimente plombiert.

Das geodynamische Geschehen im Obereozän, das u. a. im Olisthostrom des Kirchbergs eindrucksvoll in Erscheinung tritt, wurde durch aus dem Süden wirkende Kräfte gesteuert. So

konnte bereits früher darauf hingewiesen werden, daß die orogene Flyschfazies im Priabon auf den helvetischen Trog übergegriffen hat (HAGN 1954a: 119; HAGN 1973: 178; HAGN & SCHMID 1988: 22).

4. Schriftenverzeichnis

BERNRIEDER, J. (1987): Chronik des Marktes Neubeuern. Ein Heimatbuch. – 960 S., zahlr. Abb.; Neubeuern.

BUCHHOLZ, P. (1986): Der ostbayerische Lithothamnienkalk – Sedimentologie und Diagenese eines Erdgasträgers. – Bswg. geol.-paläont. Diss. **5**: 105 S., 33 Abb., 3 Tab., 5 Taf.; Braunschweig.

EDER, W. (1925): Das Heuberg-Gebiet und sein Vorland. Beitrag zur Geologie des Unterinntales. – N. Jb. Mineral. usw., **52**. Beil.-Bd.: 1–70, Taf. 1–2 (1 geol. Karte 1:25000, 1 Profiltafel); Stuttgart.

EMMRICH, A. (1851): Geognostische Beobachtungen aus den östlichen bairischen und den angränzenden österreichischen Alpen. – Jb. k. k. Geol. Reichsanst., **2**: 1–22, 6 Abb.; Wien.

FLURL, M. (1792): Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz. – 30 nichtnum. S., 1–642, Taf. 1–4, 1 petrogr. Karte; München (Lentner).

GÜMBEL, C. W. (1861): Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. – I–XX, 1–950, 5 geol. Karten, 1 Blatt Gebirgsansichten, 42 Profiltafeln, 25 Abb.; Gotha (Justus Perthes).

HAGN, H. (1952): Zur Kenntnis von Helvetikum und Flysch im Raum von Neubeuern am Inn. – Geologica Bavarica, **14**: 69–75, 1 Tab.; München.

HAGN, H. (1953a): Zur Kenntnis des Unteren Obercampans (Zone der *Belemnitella mucronata* [SCHLOTH.] mut. *senior* NOWAK) in Südbayern. – N. Jb. Geol. u. Paläontol., Abh. **96**: 304–338, 1 Tab., Taf. 8; Stuttgart.

HAGN, H. (1953b): Beschreibung von *Triplasia loeblichi* n. sp. (Foram.) nebst Bemerkungen zu den Gattungen *Triplasia* und *Tribrachia*. – Paläont. Z., **27**: 212–219, Taf. 14; Stuttgart.

HAGN, H. (1953c): Die Foraminiferen der Pinswanger Schichten (Unteres Obercampan). Ein Beitrag zur Mikropaläontologie der helvetischen Oberkreide Südbayerns. – Palaeontographica, **104**, A: 1–119, 27 Abb., 8 Taf.; Stuttgart.

HAGN, H. (1954a): Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubeuern am Inn (Oberbayern). – Geologica Bavarica, **22**: 1–136, 26 Abb., 1 geol. Karte 1:12500 mit Profilen; München.

HAGN, H. (1954b): Some Eocene Foraminifera from the Bavarian Alps and Adjacent Areas. – Contr. Cushm. Found. Foram. Res., **5**: 14–20, Taf. 3–4; Washington.

HAGN, H. (1954c): Über einen alluvialen Foraminiferenmergel von Neubeuern am Inn. Ein Beitrag zur Kenntnis von Umlagerungsvorgängen. – N. Jb. Geol. u. Paläontol., Abh. **98**: 395–446, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 26–28; Stuttgart.

HAGN, H. (1955): Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen. – Internation. Sedim. Petr. Ser., **1**: I–XI, 1–174, 2 Abb., 8 Tab., 71 Taf.; Leiden (Brill).

HAGN, H. (1960): Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. – Geologica Bavarica, **44**: 208 S., 10 Abb., 1 Tab., 12 Taf.; München.

HAGN, H. (1967): Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **7**: 245–320, 3 Abb., 1 Tab.; München.

HAGN, H. (1973): Das Helvetikum von Neubeuern am Inn. Mit Beiträgen von Erlend MARTINI und Wolf OHMERT. – In: WOLFF, H.: Geologische Karte von Bayern 1:25000 Erläuterungen zum Blatt Nr. 8238 Neubeuern: 151–208, 348–352, Abb. 18–19, Taf. 11–20; München.

HAGN, H. et al. (1981): Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. Exkursionsführer zum 17. Europäischen Mikropaläontologischen Kolloquium in Oberbayern, September 1981. – Geologica Bavarica, **82**: 408 S., 70 Abb., 7 Tab., 13 Taf.; München.

HAGN, H. & SCHMID, R. (1988): Fossilien von Neubeuern. Bilder aus der geologischen Vergangenheit (mit Fotos von Franz HÖCK). – 109 S., 10 Abb., 2 Tab., 30 Taf.; Neubeuern.

HAGN, H. & WELLNHOFER, P. (1972): Der Kressenberg – eine berühmte Fossillagerstätte des bayerischen Alpenvorlandes. – Jb. Ver. Schutze Alpenpflanzen und -Tiere, 38, 1973: 1–35, 8 Abb., 4 Taf.; München (Vorabdruck).

SCHLOSSER, M. (1925): Die Eocaenfaunen der bayerischen Alpen. I. Teil: Die Faunen des Unter- und Mitteleocaen. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., Mathem.-naturw. Abt., **30**, 7. Abh.: 1–207, 2 Tab., 6 Taf.; München.

TRAUB, F. (1953): Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg. – Geologica Bavarica, **15**: 1–38, 4 Abb.; München.

VOGELTANZ, R. (1970): Sedimentologie und Paläogeographie eines eozänen Sublitorals im Helvetikum von Salzburg (Österreich). – Verh. Geol. B.-A.: 373–451, 14 Abb., 3 Tab., 2 Falttab., 5 Taf.; Wien.

Weitere Literatur siehe HAGN, H. & SCHMID, R. 1988: 41–43.

Das Belegmaterial zur vorliegenden Arbeit wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, aufbewahrt.

Tafelerläuterungen

Tafel 1

Bild 1: Glaukonitisch-sandige Übergangsschichten (dunkel) mit Geröllen von sandigen Fossilschuttkalken (hell). Angeschliffenes Handstück (E 1715). SSW Saxenkam. Verkleinerung 0,8:1.

Bild 2: Glaukonitisch-sandige Übergangsschichten mit reichlich Plankton (Globigerinen). Schliff G 4469 a/89. Profil SE Altenbeuern. Vergrößerung 1:50.



1

2